

**WZROST GOSPODARCZY, KONWERCENCJA
TECHNOLOGICZNA ORAZ ICH DETERMINANTY
– ANALIZA EKONOMETRYCZNA**

Elżbieta Soszyńska

Instytut Stosowanych Nauk Społecznych
Uniwersytet Warszawski
e-mail: esosz@uw.edu.pl

Streszczenie: Artykuł stanowi przyczynek do dyskusji nad wpływem wiedzy, w szczególności wiedzy technologicznej we wzroście gospodarczym, w sposób bezpośredni jak i pośrednio poprzez kanał ogólnej produktywności czynników produkcji. Podkreślona jest konieczność tworzenia odpowiedniego potencjału społeczno-technologicznego na rzecz tworzenia wiedzy technologicznej oraz jej adaptacji. Nie zachodzi konwergencja technologiczna między krajami znajdującymi się w różnych stadiach rozwoju społeczno-gospodarczego, jeśli nie kontrolowany jest poziom zdolności kraju na rzecz tworzenia i absorpcji wiedzy.

Słowa kluczowe: wzrost gospodarczy, technologia, ogólna produktywność czynników produkcji, gotowość technologiczna

WPROWADZENIE

Kwestia dużego zróżnicowania krajów pod względem tempa wzrostu gospodarczego, zawsze nurtowała ekonomistów. Jednakowoż zwolennicy różnych szkół ekonomicznych przypisywali i przypisują w procesie wyjaśniania tej zmienności - zarówno na gruncie teorii jak i badań empirycznych - różnym przyczynom, oraz różnym źródłom i mechanizmom. Najczęściej poszukują uniwersalnych reguł.

Obecnie w procesie modelowania tempa wzrostu gospodarczego najczęściej wykorzystywane są dwie teorie ekonomiczne, to jest teoria neoklasyczna oraz teoria wzrostu endogenicznego. Do lat sześćdziesiątych na podstawie teorii i wyników badań empirycznych prowadzonych w oparciu o założenia teorii neoklasycznej wskazywano na prymat w procesie wyjaśniania różnic w poziomie

i dynamice rozwoju gospodarczego akumulacji kapitału fizycznego nad akumulacją kapitału wiedzy, a zwłaszcza kapitału nauki. Przez ten pierwszy rozumie się zarówno zakumulowane nakłady na badania i rozwój bądź rezultaty sektora badawczo-rozwojowego – mierzone najczęściej w postaci innowacji oraz wykształcenie społeczeństwa [Zienkowski i in. 2003, str. 16]. Przez drugi określa się nakłady bądź wyniki sektora badawczo-rozwojowego w postaci zasobów, ewentualnie strumieni.

Wyniki badań wskazują, iż nawet jeśli wprowadzimy do modelu ekonometrycznego -szacowanego na bazie danych przekrojowych -rozszerzone pojęcie kapitału, o kapitał ludzki, to nadal w procesie modelowania pozostaje niewyjaśniona znaczna część zmienności tempa wzrostu gospodarczego krajów [Mankiw i in. 1992]. Niewyjaśniona część zmienności zmiennej objaśnianej z modelu Solowa, tak zwana reszta Solowa [1956] jest w ekonomii przypisywana postępowi technicznemu. Ten nie jest bezpośrednio mierzalny. Pomiar jego są sprowadzane do szacunków ogólnej produktywności czynników produkcji (total factor productivity).

Na podstawie założeń teorii neoklasycznej postęp techniczny miał charakter egzogeniczny, nie był w modelu wyjaśniany. W kontekście założeń teorii wzrostu endogenicznego następuje jego endogenizacja. Znacznie częściej i głębiej poszukuje się wyjaśnienia różnic w tempie wzrostu gospodarczego krajów w zbiorze czynników jakościowych, takich jak: badania i rozwój, kapitał ludzki oraz tak zwanych głębszych determinant wzrostu [Rapacki i in. 2009]¹, wśród których jako pierwszoplanowe wyróżnia się jakość instytucji w rozumieniu reguł gry ekonomiczno-politycznej.

W opracowaniu stawiana jest hipoteza, iż technologia, postęp techniczny w sposób istotny oddziałuje na tempo wzrostu gospodarczego poprzez dwa różne kanały, to jest kanał innowacji i zmniejszanie dystansu technologicznego w stosunku do światowych liderów w technologii, czyli tak zwaną konwergencję technologiczną, która nie ma charakteru liniowego. Oczekiwany pozytywny wpływ postępu technicznego przez obydwa kanały nie jest bezwarunkowy i najprawdopodobniej w niejednakowym stopniu dotyczy krajów znajdujących się w różnych stadiach rozwoju gospodarczego. Kraje – które nie zbudowały wcześniej swojej gotowości technologiczno-społecznej w kreowaniu i adaptacji wiedzy zagranicznej – nie tylko nie stymulują swego wzrostu gospodarczego innowacjami, ale również nie są w stanie korzystać z potencjału „zacofania technologicznego”, wpadają w jego pułapkę. Poza wprowadzeniem i podsumowaniem opracowanie składa się z dwóch rozdziałów merytorycznych. W pierwszym z nich autorka przedstawia główne teorie, według których opisywana jest relacja wzrostu gospodarczego oraz wiedzy, a szczególności wiedzy technologicznej. Omówione są w nim wybrane wyniki badań światowych,

¹ Wojtyna A., O badaniach nad „głębszymi” przyczynami wzrostu gospodarczego [Rapacki i in., 2009, str. 187-202].

dotyczących wpływu technologii i szeroko ujętej wiedzy oraz ich uwarunkowań na tempo wzrostu gospodarczego oraz dynamikę zmian ogólnej produktywności czynników produkcji. W drugim rozdziale przedstawione są wyniki badań własnych autorki. Badania dotyczą skali makro. Objętych nimi jest kilkadziesiąt gospodarek w podokresach 1990-2004 oraz 1981-2000. W badaniach wykorzystano wyniki modelowania ekonometrycznego.

WZROST GOSPODARCZY, KONWERGENCJA TECHNOLOGICZNA – TEORIA I JEJ EMPIRYCZNA WERYFIKACJA

Badanie prymatu wiedzy nad akumulacją tradycyjnych czynników produkcji w procesie generowania poziomu i tempa wzrostu gospodarczego przeprowadzane jest ze względu na wieloaspektowość wiedzy – jako pojęcia- przede wszystkim na podstawie dwóch jej filarów, to jest innowacji i kapitału ludzkiego [Chen i in. 2005]. Prymat można uznać wówczas a gospodarkę nazwać gospodarką wiedzy, gdy zaistnieje przynajmniej jedna z dwóch poniżej opisanych sytuacji. Wiedza poprzez różne kanały i sposoby oddziaływania wpływa na wzrost gospodarczy w sposób istotny statystycznie a kapitał fizyczny nie, zaś w drugim przypadku zarówno wiedza jak i kapitał fizyczny stymulują wzrost gospodarczy, ale wiedza w wyższym stopniu.

W kontekście teorii wzrostu endogenicznego weryfikacja relacji wzrost gospodarczy a jego determinanty, w tym przede wszystkim czynniki jakościowe, odbywa się w dwóch głównych podejściach. W pierwszym badacze szczególną rolę przypisują sektorowi badawczo-rozwojowemu, a w drugim kapitałowi ludzkiemu. Niektórzy akademicy poszukują podejścia łączącego oba te nurty. Zmienne jakościowe- w tym wiedzę oraz jej liczne uwarunkowania, służące jej kreowaniu oraz adaptacji, które są w modelach wzrostu zmiennymi objaśniającymi- traktuje się jako indywidualne zmienne symptomatyczne bądź zmienne syntetyczne. Te ostatnie są tworzone poprzez agregację pomiarów różnych aspektów badanego zjawiska.

W pierwszym nurcie szczególną rolę przypisuje się innowacjom. Innowacje w literaturze ekonomicznej kojarzone są z nową fazą rozwoju społeczno-gospodarczego. Pojęcie innowacji - jako zasadniczego czynnika rozwoju gospodarczego – wprowadzone zostało przez Schumpetera (1934). Porter wskazał na pojawienie się nowej fazy rozwoju gospodarczego, którą określił jako fazę rozwoju gospodarczego stymulowana innowacjami. W wyniku skumulowanych przemian wiedza stała się nie tylko samodzielnym, ale głównym czynnikiem generującym wzrost gospodarczy. W ramach wpływu technologii na poziom osiągnięć i wzrost gospodarczy wyróżniane są dwie jej formy oddziaływania, a mianowicie innowacje oraz imitacje. To znaczy źródłem pozyskania nowych technologii są innowacje, czyli wdrażane, komercjalizowane wynalazki oraz po drugie imitacje na zasadzie transferu i absorpcji technologii z krajów przodujących

pod tym względem, jako relatywnie tańsze źródło generowania postępu technicznego.

W modelach wzrostu, w których szczególną rolę przypisuje się sektorowi badawczo-rozwojowemu jako głównej determinancie wzrostu gospodarczego, badacze podkreślają, że wydajność pracy, a zwłaszcza łączna produktywność czynników produkcji jest dodatnio skorelowana z krajowymi zasobami sektora nauki (B+R). Badacze wskazują nie tylko na zachodzenie związku współwystępowania, a przede wszystkim na związek przyczynowo-skutkowy [Romer 1990; Grossman, Helpman 1991; Aghion, Howitt 1992]. Cechą charakterystyczną tych modeli jest założenie przez autorów występowania dyfuzji wiedzy, zwłaszcza wiedzy technologicznej. Efekty zewnętrzne dyfuzji wiedzy - według nich- są na tyle silne, iż pokrywają duże wydatki poniesione na badania i rozwój. Pewna grupa uczonych wprowadza również założenie, iż niezależnie od wewnętrznej krajowej dyfuzji wiedzy istnieje kanał dyfuzji wiedzy zagranicznej, która jest stymulowana zagranicznymi nakładami w sektorze badań i rozwoju w krajach, które są głównymi partnerami w wymianie handlowej [Coe i in. 1995; Engelbrecht 1997; Frantzen 2000].

W pierwszej grupie tego typu modeli przyjmuje się, iż odpowiednio wysoki poziom nakładów na kapitał nauki (B+R) zapewnia trwały wzrost ogólnej produktywności czynników produkcji (TFP – total factor productivity). Wyciągano z tego wnioski, iż przy danym poziomie wysiłku badawczo-naukowego proces otwarcia i integracji uprzednio zamkniętych na wymianę gospodarek, jak gdyby automatycznie będzie skutkowało zwiększaniem ich stóp wzrostu gospodarczego. Modele tego typu były konstruowane na zasadzie uwzględniania reguły lidera i następcy technologicznego [Barro, Sala-i-Martin 1995]. Głównym kanałem transmisji wiedzy w tych modelach jest międzynarodowa wymiana handlowa. Zakłada się w procesie modelowania, iż imitacje – zwłaszcza w krajach słabiej rozwiniętych – są łatwiejsze. Już w drugiej połowie lat sześćdziesiątych Nelson i Phelps [1966] sformalizowali hipotezę o nadrabianiu dystansu technologicznego przez kraje słabiej rozwinięte, która została sformułowana przez Gerschenkrona w 1962 roku. Wyszli oni z założenia, iż dystans technologiczny- który dzieli konkretny kraj od kraju światowego lidera w technologii- może być dla kraju słabo rozwiniętego z jednej strony barierą rozwojową, zaś z drugiej strony stanowi potencjał, który można uruchomić. Jeżeli uznaje się prymat dyfuzji wiedzy nad akumulacją kapitału, to proponuje się schumpeterowską wersję konwergencji warunkowej, w przypadku której tempo wzrostu uwarunkowane jest nie poprzez odległość od poziomu intensywności kapitału fizycznego z punktu równowagi stacjonarnej, ale oddaleniem od granicy technologicznej, która określa potencjalne możliwości dyfuzji wiedzy [Kubielas 2009, s.230]. Według jednego z kluczowych założeń dotyczących luki technologicznej –na poziomie makro- twierdzi się, iż dyfuzja innowacji następuje według krzywej logistycznej, co oznacza, że jej tempo jest rosnącą funkcją dystansu technologicznego. A zatem wzrost gospodarczy kraju, który funkcjonuje w warunkach luki technologicznej zależy od

dystansu technologicznego, własnego wysiłku badawczego i zdolności podmiotów do absorpcji wiedzy.

Autorzy drugiej grupy modeli spostrzegli, iż rola kapitału ludzkiego w pierwszej grupie modeli wzrostu TFP stymulowanego kapitałem nauki nie została zbyt precyzyjnie opisana, gdyż sprowadzono ją głównie do nakładu w sektorze badań i rozwoju. Już Redding [1996] podjął próbę skorygowania tej słabej strony modelowania wskazując na występowanie komplementarności między nakładami firm na badania i rozwój a inwestycjami w kapitał ludzki. Według niego w stanie stacjonarnym stopa wzrostu jest określona zarówno poprzez inwestycje w badania i rozwój jak i w akumulację kapitału ludzkiego. Frantzen [2000] szacował dla krajów OECD za okres 1960-1990 modele ekonometryczne na danych przekrojowych jak i panelowych dla sektora biznesu. Potwierdził on istotny wpływ zarówno na poziom oraz dynamikę ogólnej produktywności czynników produkcji zarówno kapitału nauki w postaci nakładów krajowych jak i zagranicznych na badania i rozwój, a także kapitału ludzkiego. Zantował także interakcje występujące między kapitałem nauki a kapitałem ludzkim.

Większość badaczy jest zgodna, iż zarówno zamykanie luki technologicznej, czyli prowadzenie do zbieżności w technologiach, jak również próby wprowadzenia gospodarki na trajektorię wzrostu stymulowanego innowacjami nie są bezwarunkowe. W pierwszej kolejności z odpowiednim wyprzedzeniem trzeba stworzyć gotowość technologiczną, czyli zdolność do kreacji i absorpcji wiedzy. Pierwotnie to pojęcie pod różną nazwą i różnym zakresem definicyjnym zostało wprowadzone do literatury jako: potencjał społeczny [Abramowitz 1986], gotowość technologiczna [Kim 1980], zdolność absorpcji [Cohen i in. 1990]. Czynniki, które sprzyjają tworzeniu i absorpcji wiedzy, w tym wiedzy technologicznej dotyczą różnych aspektów rozwoju. Mimo iż zbiory czynników stymulujących wpływ wiedzy, w tym technologii na tempo wzrostu gospodarczego definiowane przez różnych badaczy nie pokrywają się, to na ogół wśród tych czynników wyszczególnione są: infrastruktura techniczna – zarówno twarda jak i środki informatyzacji oraz komunikacji; kapitał nauki, kapitał ludzki a zwłaszcza edukacja; odpowiedni poziom rozwoju rynków finansowych; jakość instytucji w sensie reguł gry ekonomicznej; otwartość i stabilność gospodarki.

Warte uwagi podejście do definiowania oraz mierzenia zdolności innowacyjnej krajów zostało zastosowane przez autorów raportów konkurencyjności gospodarek, umieszczanych od 2000 roku na internetowej stronie Światowego Forum Ekonomicznego (World Economic Forum), a zwłaszcza przez Portera [Porter i in. 2001]. Autorzy powyższych raportów badają konkurencyjność gospodarek z punktu widzenia ich zdolności do generowania łącznej produktywności czynników produkcji, a ponadto zakładają, iż istnieje ściśle powiązanie między procesem gospodarowania na różnych szczeblach agregacji i w różnych horyzontach czasu. W celu objaśnienia zróżnicowania konkurencyjnej pozycji krajów dla 2001 roku zostały między innymi oszacowane na bazie tak zwanych „twardych danych” oraz wyników międzynarodowych

sondaży- poniższe syntetyczne miary: TI – indeks technologiczny jako miara tworzenia wiedzy technologicznej (innowacji) oraz transferu wiedzy. Indeks ten jest zagregowany w częściowo różnych proporcjach oraz z częściowo z pomiarów różnych zmiennych indywidualnych dla krajów, które zdaniem autorów zbudowały gospodarkę wiedzy, inaczej zaś dla pozostałych krajów. Dla tak zwanych gospodarek wiodących (core economies) jest on agregatem skonstruowanym na bazie subindeksu innowacji oraz informatyzacji i komunikacji w zakresie technologii. Dla pozostałych krajów przy konstrukcji tego indeksu wykorzystano również pomiary subindeksu transferu technologii. MEI – czyli indeks makroekonomicznego otoczenia był szacowany na podstawie pomiarów takich aspektów z zakresu funkcjonowania makroekonomicznego otoczenia, jak: szeroko pojęta stabilność gospodarki, dostęp do kredytów, marnotrawstwo pieniędzy publicznych. PII – Indeks instytucji publicznych jest szacowany jako wskaźnik jakości instytucji w takich sferach, jak: stanowienie i egzekwowanie prawa, korupcja. ICI – indeks zdolności innowacyjnych, definiowany przez Portera [2002] jako potencjał, który należy zbudować na rzecz produkcji strumienia skomercjalizowanych innowacji. Jest on praktycznie oszacowany na podstawie poniższych subindeksów: wskaźnika udziału pełnozatrudnionych naukowców i specjalistów nauk technicznych z wyższym wykształceniem, indeksu polityki innowacyjnej, ilości i jakości budowanych klastrów w sensie powiązań producentów z dostawcami i odbiorcami, jakości powiązań akademickich szkół wyższych z sektorem biznesu, polityki prowadzonej przez przedsiębiorstwa na rzecz rozwoju innowacji. Indeksy te są unormowane i wyższa ich wartość liczbowo oznacza większe sprzyjanie konkurencyjności.

Rekapituluując można stwierdzić, iż wiedza, w tym wiedza technologiczna stymuluje dynamikę rozwoju gospodarczego, a jednym z kanałów jest konwergencja technologiczna za pomocą dyfuzji wiedzy, ale pod warunkiem uprzedniego stworzenia odpowiednich zdolności na rzecz kreacji i absorpcji wiedzy. Warunki te nie ograniczają się do jednego uniwersalnego czynnika, lecz jest to zespół różnorodnych czynników, a między nimi często zachodzi interakcja.

WZROST GOSPODARCZY, INNOWACJE, KONWERGENCJA TECHNOLOGICZNA - WYNIKI BADAŃ WŁASNYCH

Analiza - wpływu czynników-determinant tempa wzrostu gospodarczego, w tym oddziaływania takich czynników jakościowych, jak między innymi: kapitał ludzki, postęp techniczny- rozpoczęta zostanie od wyników oszacowań modeli na danych przekrojowych za okres 1990-2004. Próby statystyczne krajów, z których dane posłużyły do procesu modelowania, są niejednorodne. To znaczy, iż znalazły się tam kraje będące w różnych stadiach rozwoju gospodarczego. Poszukując odpowiedzi na pytanie czy na przełomie XX i XXI wieku tradycyjne czynniki, czy też wiedza, w tym wiedza technologiczna w wyższym stopniu, przeciętnie rzecz

ujmując, decydowały o tempie rozwoju gospodarczego krajów, wykorzystano do procesu modelowania założenia teorii wzrostu endogenicznego. W modelach z tabeli 1 wyjaśniano zróżnicowanie realnej stopy wzrostu gospodarczego krajów, a modele z tabeli 2 posłużyły do wyjaśnienia zmienności ogólnej produktywności czynników, która występuje między krajami.

Poniżej zamieszczono wyniki konstrukcji wybranych liniowych modeli, szacowanych – ze względu na występowanie heteroskedastyczności - ważoną metodą najmniejszych kwadratów. Modele te zostały w pełni zweryfikowane merytorycznie i pod względem formalno-statystycznym. Za pomocą testu Fishera-Snedecora stwierdzono wystarczające dopasowanie modeli do danych empirycznych. Istotność ocen współczynników regresji badana była z wykorzystaniem testu t-studenta. Analizowano również liniowość modeli testem serii. Zamieszczone w tabelach wyniki oszacowanych modeli charakteryzują się rozkładem normalnym zmiennej losowej. Do tego badania wykorzystano test Kołmogorowa-Smirnowa. Stałość wariancji resztowej zweryfikowano testem White'a. Analizę autokorelacji reszt modelu przeprowadzono testem Durбина-Watsona. Wykonano również badanie odporności oszacowań parametrów regresji na zmianę specyfikacji modelu bazowego jak i zmianę próby statystycznej testem Levine'a. W przypadku zmiennych objaśniających- dla których z teorii bądź na podstawie wstępnie oszacowanych modeli wielorównaniowych- istniało duże prawdopodobieństwo łącznej ich współzależności ze zmienną objaśnianą, zastosowano opóźnione zmienne instrumentalne (dcapitalpw, dTFP) bądź w celu zmniejszenia rangi tego problemu ich pomiary zgromadzono dla wybranych lat (lnedu). W tabelach zamieszczono standaryzowane oszacowania współczynników regresji typu beta. A zatem ich rola w wyjaśnianiu zmienności zmiennej objaśnianej jest bezpośrednio porównywalna.

Tabela 1. Kapitał fizyczny, kapitał ludzki, technologia, zdolności innowacyjne gospodarki a wzrost gospodarczy. Zmienna objaśniana: przeciętna stopa wzrostu realnego PKB per capita w latach 1990-2004 wg parytetu siły nabywczej 2001. Dane przekrojowe.

Zmienne objaśniające	M O D E L E				
	I	II	III	IV	V
$\ln Y_0$	-0,707***	-1,041***	-1,264***	-1,343***	-1,446***
$\ln edu$	0,733***				
$d\text{capitalpw}$	0,856***				
$d\text{TFP}$	0,250***				
$\ln w$		0,449***	0,349***	0,334***	0,257**
MEI		0,837***	0,778***	0,789***	0,710***
PII		-0,128	0,208	0,172	0,154
TI		0,330		0,135	1,837***
ICI			0,317	0,281	2,727***
techcapinnov					-3,891***
N	49	82	60	60	60
R^2	0,896	0,522	0,625	0,614	0,692
Skor. R^2	0,887	0,490	0,590	0,570	0,651
D-W	1,942	1,686	1,769	1,780	1,711

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z: $d\text{capitalpw}$, $d\text{TFP}$ -[Forstner i in. 2002]; Y_0 , $\ln w$ - z bazy danych Penn World Tables 6.2; $\ln edu$ – z bazy danych Barro&Lee 2000; MEI, PII, TI, ICI – z [Porter i in. 2002]. Oszacowania współczynników regresji istotne statystycznie na poziomie odpowiednio: * - 0,1; ** - 0,05; *** - 0,01. R^2 , Skor. R^2 - współczynniki determinacji; D-W – empiryczna statystyka Durбина-Watsona. N – liczebność próby.

gdzie:

- $\ln Y_0$ – zmienna beta konwergencji w dochodach, logarytm naturalny PKB na mieszkańca w roku wyjściowym badania 1990.
- $\ln edu$ – logarytm naturalny przeciętnego poziomu edukacji pracowników w wyjściowym roku badania, jako zmienna aproksymująca kapitał ludzki. Jest ona szacowana jako średnia liczba lat osiągniętego wykształcenia formalnego przez ludność powyżej 24 roku życia.
- $\ln w$ – średnia stopa inwestycji za lata 1990-2004 (w odsetkach PKB).
- techcapinnov – zmienna interakcyjna między indeksem technologicznym a indeksem zdolności innowacyjnych kraju.
- $d\text{capitalpw}$ – zmienna symptomatyczna „pogłębiania” kapitału fizycznego, przeciętna zmiana kapitału fizycznego na pracownika w latach 1980-1990, w %.
- $d\text{TFP}$ – przeciętna stopa wzrostu łącznej produktywności czynników produkcji, w latach 1980-1990, w odsetkach.

Na podstawie wyników zamieszczonych w tabeli 1 można wyprowadzić poniższe konkluzje. W analizowanym okresie występowała konwergencja w dochodach (oszacowane współczynniki regresji przy zmiennej $\ln Y_0$ są ujemne oraz istotne statystycznie). Jeżeli porównamy wyniki z tabeli 1 z wynikami innych skonstruowanych modeli- nieopisanych w tekście- to można również stwierdzić, iż jest to konwergencja warunkowa. Występuje ona, gdy kontrolujemy akumulację kapitału fizycznego oraz niektóre czynniki z otoczenia makroekonomicznego gospodarki, takie jak przykładowo: jakość instytucji, stabilność gospodarcza itp. Na podstawie wyników estymacji modelu I z tabeli 1 można również odnotować oczekiwany, pozytywny wpływ kapitału ludzkiego. Jest on relatywnie duży niż zwyczajowy wynika z dyskusji dotyczącej wyników tego typu badań ekonometrycznych. Natomiast tak zwana reszta Solowa (zmienna $dTFP$), ma znacznie mniejszy udział w wyjaśnianiu zmienności przeciętnej stopy wzrostu gospodarczego niż tego oczekują niektórzy inni badacze [Weil 2005]. Przy porównaniu wyników estymacji modeli II, III, IV oraz V z tabeli 1 wyraźnie widać, iż jeżeli nie kontrolujemy interakcji zachodzących między procesem tworzenia i dyfuzji technologii a zdolnością innowacyjną kraju na rzecz generowania i adaptacji wiedzy technologicznej, to nie jesteśmy w stanie uchwycić wpływu technologii, a także zdolności innowacyjnych gospodarki na tempo wzrostu gospodarczego. Ujemna ocena współczynnika regresji przy zmiennej interakcyjnej (techcapinnov) nie jest zaskoczeniem dla autorki, gdyż próba statystyczna -na bazie której szacowano modele- była niejednorodna. Z tego wynika duże prawdopodobieństwo, iż część krajów słabiej rozwiniętych nie stworzyła odpowiedniej zdolności innowacyjnej, aby osiągnąć kanałem technologicznym zwiększenie dynamiki rozwoju gospodarczego. Ten kanał raczej w tym przypadku wyhamowuje wzrost gospodarczy.

W celu zbadania, czy na przełomie XX i XXI wieku – przeciętnie rzecz ujmując – zanotowano konwergencję technologiczną oraz czy wystąpił tak zwany efekt Gerschenkrona, czyli kraje znajdujące się dalej od światowej granicy technologicznej zwiększały relatywnie dynamikę ogólnej produktywności czynników produkcji za pomocą dyfuzji technologii poprzez uruchamianie potencjału technologicznego -oszacowano szereg modeli. Objasniano w nich stopę wzrostu ogólnej produktywności czynników produkcji. Ostatecznie zamieszczono w tabeli 2 wyniki 4 oszacowanych ważoną metodą najmniejszych kwadratów modeli liniowych. Wykorzystano do badania dwa dziesięcioletnie panele.

Tabela 2. Technologia, potencjał innowacyjny a dynamika ogólnej produktywności czynników produkcji. Zmienna objaśniana: stopa wzrostu ogólnej produktywności czynników produkcji w latach 1981-2000. Dane panelowe

Zmienne objaśniające	M O D E L E			
	I	II	III	IV
Efekty stałe	0,254***	0,226***	0,227**	0,457***
lnTFPreUS	-0,948***	-1,019***	-1,027***	
Technology	0,444	1,016**	1,009**	1,159***
capacity	-0,109	-0,142	-0,146	-0,373**
lnTFPreUSTech	0,159	0,154	0,147	1,406***
TechCap	-0,300*	-0,116	-0,118	-0,202
gov	-0,053	-0,061	-0,060	
dcapitalpw	-0,137	-0,142	-0,134	
GE	0,838***	0,736***	0,752***	0,887***
GETech		-0,627**	-0,607**	-0,479*
OpenTech			-0,015	
N	136	136	136	138
R ²	0,471	0,486	0,470	0,423
Skor.R ²	0,433	0,444	0,422	0,391
D-W	1,837	1,899	1,897	1,914

Źródło: Obliczenia własne na podstawie: dTFP – stopa wzrostu łącznej produktywności czynników produkcji, oszacowana przy założeniu neutralnego postępu technicznego według Hicksa, TFPreUS z bazy produktywności UNIDO; technology, capacity z: [Fagerberger i in. 2007]; gov, open z bazy Penn World Tables 6.3; GE z: [bazy Governance Matters, wg Kaufmanna, Kraaya, Mastruzziego]. Inne oznaczenia są takie same jak powyżej.

gdzie:

- lnTFPreUS – zmienna konwergencji technologicznej. Jest nią logarytm naturalny udziału ogólnej produktywności czynników produkcji danego kraju w TFP USA w roku wyjściowym badania, a więc odpowiednio w latach 1981, 1991. Zachodzi konwergencja technologiczna jeśli oszacowany współczynnik regresji przy tej zmiennej objaśniającej ma znak ujemny i jest istotny statystycznie.
- Technology-zagregowany i unormowany z wykorzystaniem analizy czynnikowej indeks technologii, szacowany na podstawie patentów przyznanych w USPTO, liczby publikacji w czasopismach naukowo-technicznych, długości linii telefonicznych jako środka komunikacji odpowiednio dla lat: 1980, 2000.
- Capacity – oszacowany- na podstawie pomiarów indywidualnych zmiennych obejmujących takie zakresy, jak: kapitał ludzki, prawa polityczne i swobody obywatelskie, poziom rozwoju rynku finansowego w sensie dostępu do kredytu i stabilności monetarnej, odpowiednio dla lat 1980 i 2000 - syntetyczny indeks jako miara gotowości technologicznej.

- \lnTFPreIUSTech – zmienna interakcyjna między indeksem technologii a zmienną konwergencji w technologii lub inaczej dystansem technologicznym w stosunku do światowej granicy technologicznej, za pomocą której badamy wystąpienie efektu Gerschenkrona w postaci transferu technologii.
- $TechCap$ – zmienna interakcyjna między indeksem technologii a gotowością technologiczną.
- Gov – zmienna ilustrująca wielkość sektora rządowego. Jest nią średni udział wydatków rządowych w PKB odpowiednio w latach 1981-1990 oraz 1991-2000.
- GE – syntetyczna miara efektywności pracy instytucji publicznych, a zwłaszcza rządu, a także zaufania społeczeństwa do nich. Wyższe wartości tej miary wskazują na wyższą jakość tych instytucji.
- $GETech$ – zmienna interakcyjna między efektywnością pracy rządu a indeksem technologii.
- $OpenTech$ – zmienna interakcyjna między otwartością zewnętrzną w handlu-która jest szacowana jako średni udział obrotów, to jest importu łącznie z eksportem w PKB- a indeksem technologii.

Na podstawie analizy wyników, zamieszczonych w tabeli 2, można stwierdzić, iż w latach 1981-2000 zanotowano występowanie konwergencji w technologii. Oceny parametrów regresji przy zmiennej \lnTFPreIUS są ujemne oraz istotne statystycznie. W przypadku pierwszych trzech modeli nie uchwycono wpływu dyfuzji technologii w kontekście uruchamiania potencjału związanego z odległością od światowej granicy technologicznej (współczynniki regresji przy zmiennej \lnTFPreIUSTech są nieistotne statystycznie). Dyfuzja następuje autonomicznie poprzez zmienną konwergencji. Głównym warunkiem stymulującym oczekiwany pozytywny wpływ technologii na stopę wzrostu TFP - w przypadku tych modeli- jest efektywność pracy rządu, a zwłaszcza kontrola jakości instytucji. Po wprowadzeniu do modeli II, III, IV z tabeli 2 regresora mierzącego interakcję między efektywnością pracy instytucji publicznych a technologią, czyli przy kontrolowaniu tej zmiennej odnotowano oczekiwane pozytywne oddziaływanie technologii na dynamikę ogólnej produktywności czynników produkcji. Ujemny znak ocen parametrów regresji przy zmiennych $TechCap$

i $GETech$, najprawdopodobniej sygnalizuje, iż część krajów z próby statystycznej nie stworzyła odpowiednio wysokiej z jednej strony gotowości technologicznej dla kreacji i absorpcji technologii, a z drugiej strony charakteryzuje się niską efektywnością pracy instytucji publicznych. Po usunięciu z modelu IV z tabeli 2 zmiennej symptomatycznej konwergencji w technologii odnotowano pozytywne oddziaływanie zmiennej interakcyjnej między dystansem technologicznym a technologią (zmienna \lnTFPreIUSTech) na tempo wzrostu TFP. Jednak ocena współczynnika regresji przy tej zmiennej ma znak przeciwny niż zakładano w przypadku efektu Gerschenkrona. To oznacza, iż przeciętnie przy innych

warunkach niezmiennych kraj, który charakteryzuje się mniejszym dystansem technologicznym a zarazem większym potencjałem na rzecz tworzenia i absorpcji wiedzy technologicznej korzystał w wyższym stopniu z dyfuzji wiedzy w badanym okresie poprzez zwiększenie dynamiki TFP a zatem wzrostu gospodarczego. Natomiast nie powiodła się próba dowodu zwiększania stopy wzrostu TFP poprzez zmniejszanie luki technologicznej za pomocą mechanizmów popytowych. Oceny parametrów regresji przy jedynej zmiennej reprezentującej popyt (gov) są nieistotne statystycznie.

W podsumowaniu podkreśla się, iż technologia, postęp techniczny oddziałuje na tempo wzrostu gospodarczego wówczas, gdy spełnione są pewne warunki, zdolności jej tworzenia i absorpcji. Nie są one sprowadzone do jednego zjawiska, są wielowymiarowe. Wśród nich w tym krótkim studium wyraźnie widać było istotną w tym zakresie rolę kapitału edukacji, kapitału ludzkiego oraz jakości instytucji w sensie reguł gry ekonomicznej.

PODSUMOWANIE

Technologia, postęp techniczny oddziaływały na przełomie XX i XXI wieku na tempo wzrostu gospodarczego w sposób bezpośredni jak również pośrednio poprzez kanał ogólnej produktywności czynników produkcji, ale wówczas, gdy spełnione były odpowiednie warunki na rzecz tworzenia i absorpcji wiedzy, w tym wiedzy technologicznej, zwłaszcza z zakresu poziomu kapitału ludzkiego, jakości instytucji. Niestety potencjał, zdolności gospodarki w generowaniu i absorpcji wiedzy są wieloaspektowe, między poszczególnymi, indywidualnymi zmiennymi zachodzą interakcje. Potencjał ten tkwi na różnych szczeblach procesu gospodarowania a zarazem dopiero po skoordynowaniu poszczególnych elementów tego potencjału, po osiągnięciu ich odpowiedniego poziomu następuje istotne oddziaływanie postępu technicznego, technologii na wzrost gospodarczy. Sama odległość od światowej granicy technologicznej nie stymuluje w sposób autonomiczny wzrostu gospodarczego. Taka stymulacja występuje w krajach, które stworzyły odpowiedni potencjał na rzecz tworzenia i absorpcji wiedzy i kontrują między innymi interakcje, które zachodzą między z jednej strony między technologią a zdolnością kraju do jej tworzenia i absorpcji a z drugiej technologią a jakością funkcjonujących instytucji..

BIBLIOGRAFIA

- Abramowitz M., (1986) *Catching up, Forging Ahead, and Falling Behind*, Journal of Economic History, No 66, p. 385-406.
- Aghion P., Howitt P. (1992) *A Model of Growth through Creative Destruction*, Econometrica, 60(2), p. 323-351.
- Barro R. J. (2001) *Human Capital and Growth*, The American Economic Review, 91(2).
- Barro R. J., Sala-i-Martin X. (1995) *Economic Growth*, McGraw-Hill, New York.

- Chen C., Dahlman C. J., Derek H. (2005), *The Knowledge Economy*, the KAM Methodology and World Bank Operations, The World Bank Washington.
- Coe D. T., Helpman E. (1995) International R&D Spillovers, *European Economic Review*, No 39, p. 859-887.
- Cohen W., Levinthal D. (1990) Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, 35(1).
- Engelbrecht H. J. (1997) International R&D Spillovers, Human Capital and Productivity in OECD Economies: An Empirical Investigation, *European Economic Review*, No 41, p.1479-1488.
- Fagerberger J., Srholec M., Knell M. (2007) The Competitiveness of Nations: Why Some Countries Prosper While Others Fall Behind, *World Development*, 35(10), p. 1595-1620.
- Fagerberg J., Godinho M. M. (2004) Innovation and Catching-up, [in:] *The Oxford Handbook of Innovation*, Fagerberg J., Mowery D., Nelson R. (eds.), Oxford University Press, Oxford.
- Forstner H., Isaksson A. (2002) Capital, Technology or Efficiency? A Comparative Assessment of Sources of Growth in Industrialized and Developing Countries, *SIN Discussion Paper Series*, No. 3, Statistics and Information Networks Branch of UNIDO.
- Frantzen D. (2000) R&D, Human Capital and International Technology Spillovers: A Cross-country Analysis, *Scandinavian Journal of Economics*, 102(1), p. 57-75.
- Grossman G. M., Helpmann E. (1991) *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge MA.
- Kim L. (1980) Stages of Development of Industrial Technology in Developing Countries: A model, *Research Policy*, No 9.
- Kubiela S. (2009) *Innowacje i luka technologiczna w gospodarce globalnej opartej na wiedzy. Strukturalne i makroekonomiczne uwarunkowania*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Mankiw N., Romer D., Weil D. (1992) A Contribution to the Empirics of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, No 108, p.407-437.
- Nelson R. R., Phelps E. S. (1966) Investment in Humans, Technological Diffusion and Economic Growth, *American Economic Review*, No 56, p. 66-75.
- Porter M. E., Sachs J. D., Schwab K. (eds) (2002) *The Global Competitiveness Report 2001-2002*, World Economic Forum, Geneva.
- Rapacki R. (red.) (2009) *Wzrost gospodarczy w krajach transformacji, konwergencja czy dywergencja?*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Redding S. (1996) The Low-skill, Low-quality Trap: Strategic Complementarities between Human Capital and R&D, *Economic Journal* No 106, p. 458-470.
- Romer P. M. (1990) Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, No 98, p. S71-S102.
- Schumpeter J. (1934) *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge Mass.
- Solow R. M. (1956) A Contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, No 70, p. 65-94
- Weil D. N. (2005) *Economic Growth*, Pearson Education, Inc. Publishing as Addison-Wesley, New York.

Zienkowski L. (red.) (2003) Wiedza a wzrost gospodarczy, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa.

**ECONOMIC GROWTH, TECHNOLOGICAL
CONVERGENCE AND THEIR DETERMINANTS
– (AN ECONOMETRIC ANALYSIS)**

Abstract: This article represents a contribution to the discussion on the technological influence on the economic growth, directly and indirectly through total factor productivity channel. It is emphasized the necessity of the suitable social - technological capabilities creation for technological knowledge generation and adaptation.

Key words: economic growth, technology, total factor productivity, technological readiness